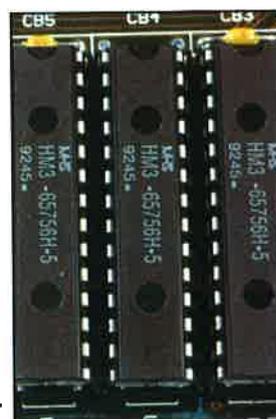
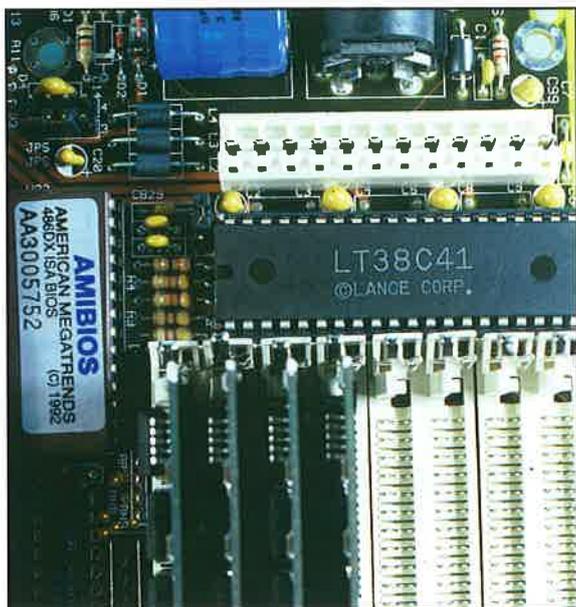
LA SCHEDA MADRE DEL 486

Ai nostri giorni è difficile pensare ad un ufficio senza elaboratore, e lo stesso si può dire per moltissimi altri posti di lavoro, nonostante siano passati poco più di una decina di anni da quando è stato presentato il primo PC IBM, che ha rappresentato il punto di partenza per la grande espansione dei personal computer che hanno raggiunto anche i luoghi più impensabili.

Il cammino percorso è stato arduo, e a causa della rapidità con la quale si sono evoluti questi dispositivi la lotta tra i costruttori è stata intensa. Molti progetti si sono bloccati a metà strada, e centinaia di idee sono state abbandonate per altre più economiche, anche a scapito delle prestazioni. Le uniche cose che in questo settore sono sempre state fuori discussione durante tutti questi anni sono lo standard iniziale creato dall'IBM, la famiglia di microprocessori imposta da INTEL, e uno dei sistemi operativi che consentono il funzionamento di questo hardware: il sistema operativo MS-DOS della Microsoft.
É ormai tramontata la generazione del 286, che fece la sua comparsa nel 1984, definita anche "generazione del futuro". Con queste apparecchiature

La famiglia dei microprocessori Intel e i sistemi operativi Microsoft sono sempre stati al vertice del mercato

Lo sviluppo da parte di costruttori diversi dalla IBM di altre ROM-BIOS ha contribuito alla diffusione dei PC compatibili

Il circuito integrato LT38C41 e l'AMI-BIOS presenti sulla scheda madre di un 486 SX sono intrinsecamente uniti dal firmware

infatti, è nata la generazione degli AT (Advanced Technology), considerata da tutti l'elemento di svolta nella storia dei calcolatori grazie alla sua capacità di operare in multiutenza. Anche la potenzialità operativa dei calcolatori era aumentata, poiché su quelle macchine potevano essere installati hard disk da 20 Mbyte e una maggior quantità di memoria RAM.

I costruttori di personal computer compatibili (o cloni, come venivano dispregiativamente chiamati) iniziarono a moltiplicarsi. Nacque così una fiorente industria attorno a queste macchine, grazie anche allo sviluppo di ROM-BIOS prodotte da aziende diverse dalla IBM e completamente compatibili con quella originale. Tutto ciò contribuì alla rapida diffusione dei PC compatibili. Alcune aziende svilupparono una ROM-BIOS per adattarla alle proprie apparecchiature, come ad esempio la Compaq, mentre altre la produssero per rivenderla ai costruttori hardware, come nel caso della Phoenix. Anche se il numero di PC compatibili divenne incredibilmente elevato, le aziende più prestigiose mantennero i loro prezzi più elevati, giustificando questo atteggiamento con una migliore qualità del prodotto; altre invece compensavano la minor qualità con il basso costo, crescendo notevolmente ai danni di coloro che avevano investito nella ricerca. Da questa dura lotta è uscito un solo vero vincitore: l'utente, che ha beneficiato della competizione tra le diverse marche, del rapido sviluppo tecnologico, e dei costi sempre più competitivi. Prima di perdere ulteriori quote di mercato, la IBM ha cercato di imporre un nuovo standard nel tentativo di tornare ad essere l'azienda produttrice più forte nel mondo dei personal. Ha infatti sviluppato una nuova architettura definita *MCA* (*Micro Channel Architecture*, o architettura a microcanale), per la quale richiedeva agli altri fabbricanti che la utilizzavano una percentuale sulla vendita delle apparecchiature, seguendo il concetto delle royalties per i diritti d'autore. La risposta è stata immediata e precisa: venne creato un consorzio tra gli altri costruttori per lo sviluppo di una nuova tecnologia.

Il *gigante azzurro* perse anche questa battaglia e, soprattutto, continuò a perdere quote di mercato. Nel frattempo vennero sviluppati nuovi microprocessori e, di conseguenza, nuovi elaboratori,

Sugli zoccoli di memoria si possono montare sino a 8 moduli SIMM

Ad ogni evoluzione dell'hardware ne corrisponde una del software

come l'80386 della INTEL, che hanno permesso un ulteriore sviluppo delle potenzialità dei personal, grazie alla possibilità di gestire un bus dati e un bus indirizzi da 32 bit, con una capacità di elaborazione di 4 MIPS (milioni di istruzioni al secondo). Il passo successivo è stata la superintegrazione del 386, con il relativo coprocessore 387, il gestore di cache, e una cache da 8 Kbyte compresi in un unico chip; questa nuova struttura ha portato alla creazione di un microprocessore ancora più potente. Ad ogni evoluzione hardware ne è sempre corrisposta una software. Alla maggior potenza e velocità disponibile nelle macchine hanno fatto riscontro programmi e ambienti grafici che richiedevano risorse sempre maggiori dalla macchina. Si è creato perciò un circolo vizioso dal quale la tecnologia non ha potuto rimanere estranea.

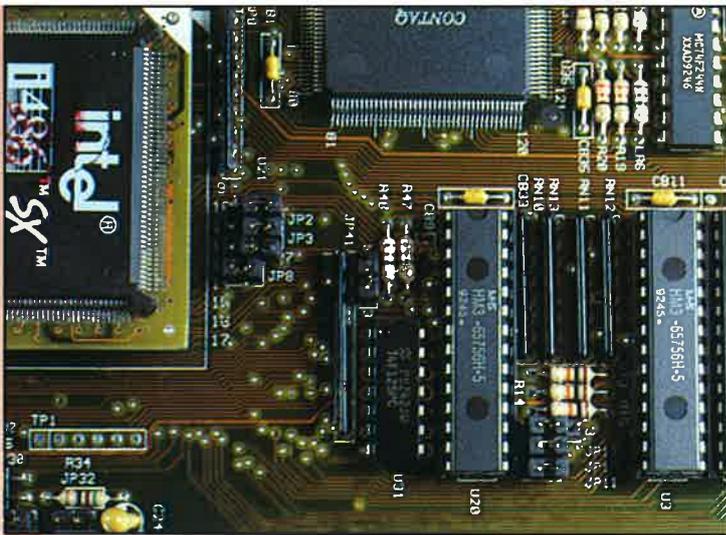
La memoria EPROM contiene il programma di gestione dell'I/O, costituito in questo caso dall'AMI-BIOS

QUALE CALCOLATORE SCEGLIERE

Generalmente, prima di acquistare un calcolatore è opportuno valutare quali sono le esigenze minime che deve soddisfare. La grande quantità di applicazioni possibili, quali la gestione di testi, il CAD/CAM, i fogli elettronici, la contabilità, ecc., richiedono prestazioni diverse che permettono di definire le condizioni minime; in alcuni casi ad esempio, è molto importante la velocità di calcolo con i numeri reali, mentre in altri è necessaria molta memoria o uno schermo grafico ad alta risoluzione. La tendenza generale dei programmi dell'ultima generazione è quella di sfruttare al massimo le risorse della macchina per fornire, oltre alla capacità operativa stessa, anche un ambiente di lavoro più gradevole e professionale; infatti, molti programmi che fino a ieri funzionavano in ambiente DOS oggi lavorano in ambiente Windows, e la loro trasformazione per operare in ambiente grafico ha portato ad un aumento dello spazio occupato sull'hard disk.

Riassumendo, quando si decide l'acquisto di un personal computer è necessario prevedere le richieste hardware e software delle applicazioni che si pensa di utilizzare, le possibilità di espansione dell'apparecchiatura, e l'attualità del modello scelto.

Per ottenere questo tipo di informazioni si possono consultare le riviste specializzate del settore, visitare qualche fiera dell'informatica, interpellare i diversi negozi di personal senza lasciarsi convincere alla prima visita, poiché per qualsiasi venditore il suo prodotto è sempre il migliore. Inoltre, si può sempre ricorrere ai consigli di un professionista esperto o di un amico più introdotto nel settore. Prima di decidere l'acquisto, oltre alle considerazioni fatte finora, bisogna valutare attentamente anche le condizioni generali di offerta, che non si riferiscono solamente all'aspetto economico. Ad esempio, alcuni punti sicuramente da chiarire con il venditore riguardano l'assistenza tecnica, l'eventuale possibilità di stipulare un contratto di manutenzione, gli anni di garanzia offerta, la qualità del prodotto che si sta per acquistare, le facilitazioni di pagamento, le modalità di un eventuale "leasing" o finanziamento, ecc.

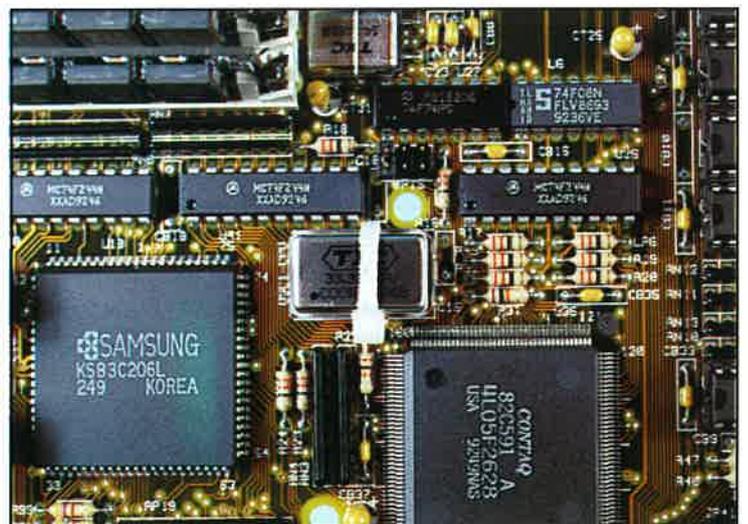
É opportuno ricordare al lettore che oggigiorno è difficile trovare un PC XT o un PC 286 nuovi in un negozio specializzato, perché queste macchine sono ormai fuori produzione. Può capitare che qualche venditore possa proporre l'acquisto di un

Oltre al microprocessore e ai CI ad alta integrazione, è necessaria anche una logica di controllo addizionale

prodotto simile (nella maggior parte dei casi usato) ad un prezzo allettante; è sconsigliabile però, come investimento, acquistare un calcolatore obsoleto, anche se potrebbe risultare sufficiente per le proprie esigenze attuali. Attualmente la configurazione minima consigliabile (da un punto di vista generale) è quella di un 386 SX. Dovendo scegliere invece tra un modello DX e un SX è ovvio che, se si devono eseguire calcoli matematici complessi o disegni CAD, bisogna optare per il primo. Per la battitura di testi e per la contabilità si può tranquillamente scegliere il modello SX. Per operare in ambienti grafici come Windows e OS/2 è consigliabile invece un 486 DX con almeno 4 Mbyte di memoria.

L'AMBIENTE FISICO DEL 486

Il 486 è un circuito integrato che contiene circa 1,2 milioni di transistor, ed è caratterizzato da una architettura interna di registri a 32 bit

É da tutti risaputo che per fissare una scheda madre 486 è necessario un supporto fisico. In commercio si possono trovare i seguenti modelli di contenitori (case) per personal:
- *case da tavolo (o desktop)*; è il case più tradizionale, anche se per schede 386 e 486 vengono preferiti altri modelli. Sul pannello frontale sono presenti i disk drive, gli indicatori di funzionamento e l'interruttore,
- *case compatto (o mini-desktop)*; con altezza ridotta rispetto ai desktop convenzionali, sono a volte utilizzati senza hard disk (come terminali),
- *case tower*; è dotato di molto spazio per i dispositivi e le schede aggiuntive, e viene utilizzato in ambienti più professionali. É stato studiato per essere appoggiato sul pavimento. I disk drive vengono generalmente installati sulla parte superiore della parete frontale per consentirne un più comodo accesso. La scheda madre è posizionata verticalmente, mentre le schede inserite negli slot sono orizzontali,
- *case mini tower*; è molto diffuso grazie alla sua compattezza e alla sua altezza molto contenuta; consente l'installazione di unità da 3 1/2" e da 5 1/4", e viene generalmente posizionato verticalmente di fianco al monitor,
- *laptop e portatili*; molto in voga negli ultimi tempi. La differenza tra i due è dovuta al fatto che i primi sono stati pensati per poter essere utilizzati quasi esclusivamente in luoghi in cui non è disponibile né una scrivania né una presa di alimentazione, per cui sono dotati di un'alimentazione indipendente e montano hard disk di capacità contenuta (per ragioni legate al peso, al volume e all'assorbimento di energia). I portatili invece sono generalmente più robusti, hanno anch'essi alimentazione indipendente, sono dotati di hard disk ad alta capacità, e sono predisposti per il trasporto; naturalmente consumano più energia elettrica e sono più pesanti,
- *case personalizzati*; un elemento non legato alle caratteristiche tecniche, ma molto importante dal punto di vista commerciale, è costituito dal grado

L'oscillatore al quarzo determina la frequenza di lavoro del sistema. I segnali di clock necessari si ottengono per divisione del segnale generato da questo componente

di esclusività del prodotto. Questo fattore, ritenuto fondamentale dalle ditte costruttrici (o da quelle che commissionano i case per i loro prodotti), ha portato ad un notevole incremento nel mercato dei case e delle tastiere personalizzate, la cui tendenza è quella di aumentare nei prossimi anni.

Gli otto zoccoli sono suddivisi in due banchi da quattro moduli SIMM

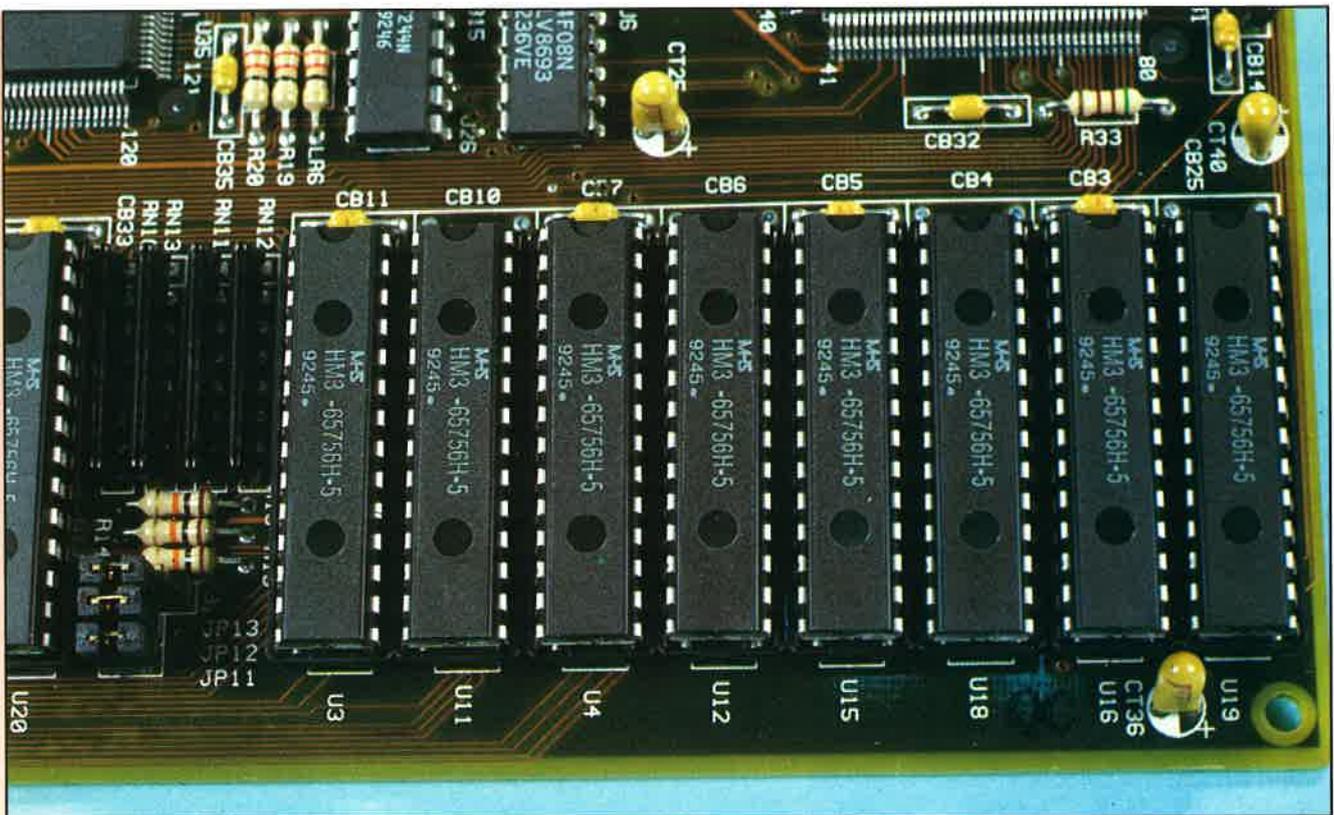
La scheda madre 486

L'elemento principale della scheda madre è costituito dal microprocessore 80486, che rappresenta il componente fondamentale per l'efficacia del sistema. Il 486 è un circuito integrato che contiene 1,2 milioni di transistor, ed è caratterizzato da un'architettura interna di registri a 32 bit. Internamente comprende le seguenti sottounità:

- *microprocessore 80386 con velocità superiore,*
- *unità aritmetica a virgola mobile 80387 evoluta,*
- *memoria cache da 8 Kbyte,*
- *controller cache 82385.*

L'efficacia complessiva del sistema è legata a tutto l'insieme e non solo al microprocessore: frequenza di clock, struttura della scheda madre, tipi di bus utilizzati, velocità di accesso al disco rigido, cache esterna, capacità e velocità della memoria RAM, ecc. Uno dei problemi che si presenta quando si devono confrontare computer di diversa costruzione che montano lo stesso microprocessore riguarda la determinazione della velocità e della qualità complessiva del sistema. Questo significa che non tutte le schede madri che montano un 486 hanno le stesse prestazioni. Vi sono differenti costruttori di microprocessori che etichettano i loro modelli con la stessa sigla e numero di quelli originali Intel, ma che non hanno le stesse caratteristiche. Anche schede dello stesso tipo e con identico microprocessore possono presentare potenzialità diverse; l'eventuale presenza del coprocessore ad esempio, aumenta la velocità di elaborazione di un programma. Un altro fattore importante è il rapporto di trasferimento dati da e verso l'hard disk. Ciò significa che si possono ottenere risultati diversi pur con macchine apparentemente simili, per cui è opportuno valutare l'efficacia del sistema in funzione delle applicazioni a cui è destinato. Ad esempio, un computer può svolgere più velocemente i programmi relativi a fogli elettronici oppure alla gestione del testo, mentre un altro svolge più rapidamente i programmi di disegno. Come si può allora stabilire con certezza quale dei due è più veloce? La determinazione del grado di efficacia, come detto in precedenza, è molto difficile da stabilire, soprattutto se non ci si accontenta di parametri generici. Sono disponibili programmi di campionatura, chiamati *Benchmark*, che forniscono un indice di valutazione complessiva eseguendo alcuni test sui vari sottosistemi del computer. A

La scheda madre 486 viene montata in computer tower, desktop e portatili (note book)

L'eventuale presenza del coprocessore permette di modificare la velocità di esecuzione di uno stesso programma

La complessità costruttiva delle schede madri è aumentata, ma sono diventate più semplici le operazioni di assemblaggio finale

volte queste verifiche possono creare confusioni ed errori, per cui l'utente può trovarsi di fronte ad una serie di valori che non sa come gestire. In commercio sono disponibili diversi programmi per la valutazione delle diverse caratteristiche di un computer, che vengono ottenute per confronto con i valori forniti da apparecchiature standard quali l'XT a 4,77 MHz, l'IBM 286 a 8 MHz, il Compaq 386, o l'IBM PS/2. Alcuni di questi programmi sono elencati di seguito:

- *Landmark*, esegue un test di velocità, e indica la frequenza di clock con la quale tende a lavorare un AT per ottenere lo stesso rendimento del computer sotto esame;
- *Whetstone*, esegue un test di velocità per il calcolo numerico, molto utile in applicazioni CAD. Il risultato viene fornito in Whetstone al secondo;
- *Dhrystone*, esegue un test che verifica diversi aspetti funzionali del computer. Non valuta l'aritmetica a virgola mobile;
- *Test Intel*. Questo programma è stato sviluppato dalla Intel per la valutazione dei suoi microprocessori, e confronta i dispositivi sotto esame con un 486 SX a 25 MHz, al quale viene assegnato un valore di riferimento pari a 100;
- *Test di valutazione di Norton*, esegue un test di tipo generico confrontando il computer sotto esame con un Compaq 386, un IBM AT e un XT;
- *Central-Point*, esegue un test di valutazione generico simile al precedente.

Se si esegue la verifica di alcuni computer con i diversi test, può capitare abbastanza facilmente che nelle differenti prove ognuno di questi fornisca alcuni valori migliori e altri peggiori rispetto agli altri.

Il chip 486 ha una superficie di 1,7 centimetri quadrati ed è stato costruito in tecnologia CHMOS-IV ad alta integrazione

Il chip 486 ha una superficie di 1,7 centimetri quadri, ed è costruito in tecnologia CHMOS-IV ad alta integrazione. Utilizza strutture di 1 micron (cento volte più piccole di un capello), ed è incapsulato in un contenitore ceramico in formato PGA (Pin-Gate-Array) con dimensioni di 4,48 x 4,48 cm. L'assorbimento massimo del microprocessore è di 3,8 ampere.La tecnologia costruttiva utilizzata ha permesso una diminuzione dell'impedenza capacitiva dei componenti interni al microprocessore, costituiti per la maggior parte da transistor, con conseguente aumento della frequenza di clock senza il pericolo di perdita dei dati. Attualmente sono disponibili processori 486 a 25 MHz, 33 MHz, 40 MHz, 50 MHz e 66 MHz.

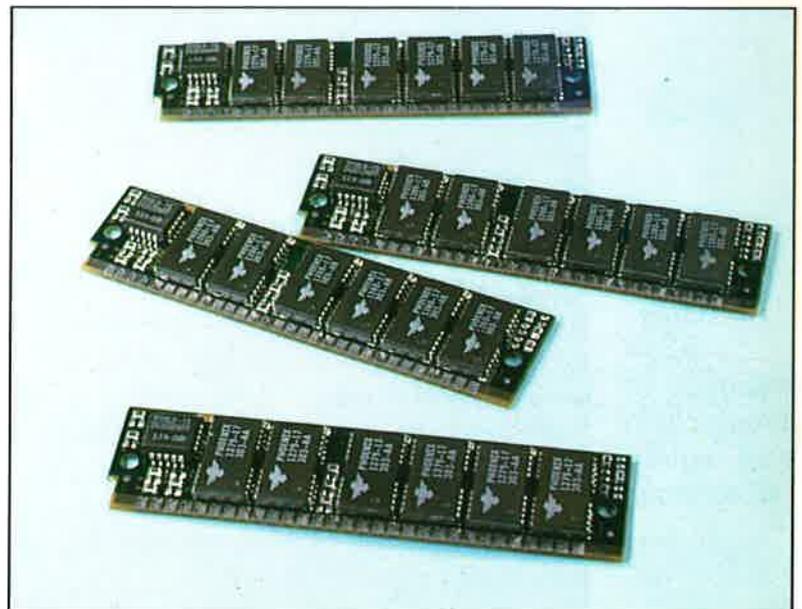
Un microprocessore 486 a 25 MHz presenta una efficacia corrispondente a 37.000 dhrystone al secondo ed a più di 6,1 whetstone al secondo con doppia precisione. Un 486 a 33 MHz è dotato di una velocità di elaborazione compresa tra 20 e 25 VAX-MIPS. Questo valore si ottiene dal confronto con il computer VAX 11/780 della Digital. Per quanto concerne l'indice relativo al numero delle operazioni con virgola mobile al secondo *(FLOP, Floating Point Operations Per Second)* si ottiene un valore pari a 400.000 FLOPS, molto superiore a quello raggiunto dall'insieme 386/387 che è di circa 50.000 FLOPS. Inoltre, possono essere aggiunti sulla scheda madre altri coprocessori matematici per impieghi legati ad applicazioni CAD, che consentono di potenziare ulteriormente il 486. Questi circuiti integrati sono il WT4167 della Witek e l'Overdrive della Intel.
Attualmente Intel sta lavorando su un 486 in *tecnologia ECL (Emitter Coupled Logic*, o logica a emettitori accoppiati) per fornire al processore una velocità di clock superiore (fino ai 150 MHz).

Per applicazioni grafiche, nelle quali i calcoli con virgola mobile rivestono un ruolo determinante, si consiglia di utilizzare un 486 DX

Quando si verifica una richiesta di interrupt il microprocessore interrompe l'operazione in corso, soddisfa l'interrupt, e ritorna all'operazione precedente

FUNZIONI DI SUPPORTO

Esistono degli elementi circuitali periferici al microprocessore 486 che ne migliorano le già buone caratteristiche. Tra questi, uno dei più importanti è costituito dal *controller del bus* (Bus Controller), necessario per indirizzare il bus, che è suddiviso in tre parti: il bus indirizzi, il bus dati e il bus di controllo. Il primo indirizza le celle di memoria, il secondo trasporta i dati, il terzo controlla la circolazione degli stessi e gestisce la trasmissione attraverso i singoli bus di sistema.
Un'altra parte integrante della scheda madre è il *controller DMA (Direct Memory Access*, accesso diretto alla memoria), che serve per collegare tra di loro diversi dispositivi senza l'intervento del microprocessore. Nei computer 386 e 486 si utilizzano due circuiti integrati siglati 8237. Un esempio tipico di collegamento diretto è costituito dal trasferimento dei dati tra l'hard disk e la memoria. Le fasi di questo processo sono le seguenti: il controller dell'hard disk invia un ordine al controller del DMA, che a sua volta invia un interrupt al microprocessore che lo abilita. Il DMA assume il controllo del bus e invia un segnale al controller dell'hard disk. Da quel momento inizia il trasferimento dei dati. Il controller DMA è dotato di un *page-register* (Registro di Pagina), il circuito integrato 74LS670, con 16 linee di indirizzi. Nella RAM-CMOS vengono memorizzati tutti i parametri di impostazione iniziale del computer, quali la capacità della memoria, il tipo di hard disk, i tipi di disk drive, la scheda grafica, l'ora, ecc. Il circuito integrato che svolge queste funzioni è siglato 146818. I dati memorizzati in questo chip vengono mantenuti anche in assenza di

I moduli SIMM utilizzati per formare la RAM di sistema possono essere da 256 Kbyte, 1 Mbyte o 4 Mbyte

alimentazione di rete grazie ad una batteria tampone al litio, che entra in funzione quando al calcolatore viene scollegata la spina. Due circuiti integrati siglati 8259 controllano gli interrupt che arrivano dall'esterno. Quando si verifica una richiesta di interrupt il processore abbandona l'operazione che sta eseguendo, soddisfa l'interrupt, e quindi ritorna all'operazione iniziale. Se si verificano più interrupt contemporaneamente, questi vengono ordinati ed elaborati in funzione della loro priorità. Un altro circuito integrato di supporto è l'82284 che agisce come *generatore di frequenza*. Scandisce la frequenza di lavoro del microprocessore e genera il segnale di reset e di ready (pronto), con il quale il microprocessore viene informato che la periferia è pronta per ricevere i dati. Il microcontroller della tastiera è costituito dal circuito integrato 8042. Ogni volta che si preme un tasto, il relativo segnale viene controllato da questo circuito che lo invia alla porta di comunicazione della tastiera. Il "timer" 8254 è dotato internamente di tre sincronizzatori e di un registro di controllo. Il primo sincronizzatore genera i segnali per il controller degli interrupt e il clock di sistema. Il secondo genera i segnali di controllo per'il refresh della memoria DRAM. Il terzo sincronizzatore genera la frequenza tonale per l'altoparlante del sistema. I circuiti integrati di controllo, costruiti in tecnologia VLSI, sono tre e contengono al loro interno tutti i dispositivi e i controller finora menzionati. Questi circuiti di supporto sono l'i82335, che rappresenta l'*High Integration Interface Device* (Dispositivo di Interfaccia ad Alta Integrazione), l'i82230 e l'i82231; questi ultimi vengono indicati come *Logic Control Chips* (Chip di Controllo Logico). Nell'integrato Intel 82230 sono presenti:

- *generatore-clock 82284 e ready delle interfacce,*
- *controller del bus 82288 per processore centrale,*
- *clock del tempo reale 6818 (Real Time Clock),*
- *master-slave del chip duale 8259A.*

Nell'integrato Intel 82231 si trovano:

- *sincronizzatore programmabile 8254,*
- *generatore di clock 8284A,*
- *controller duale DMA 8237,*
- *generatore di refresh e gestione DMA/refresh.*

L'Intel 82335 comprende i seguenti componenti:

- *controller DRAM,*
- *indirizzamento memoria/decodificatore,*
- *ready per il generatore,*
- *traduttore ciclico del Bus,*
- *interfaccia per il coprocessore,*
- *generatore clock/reset-sincronizzatore,*
- *generatore del controllo di parità.*

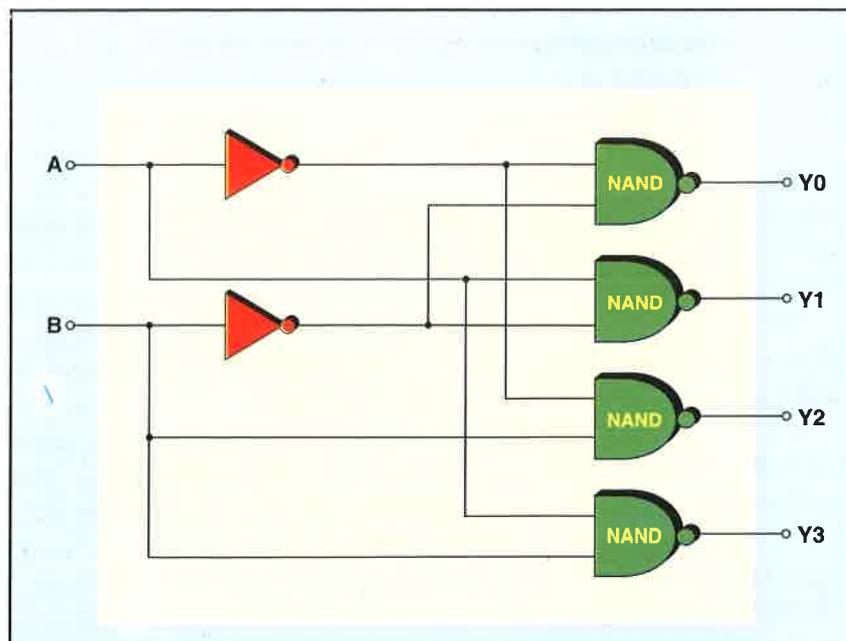
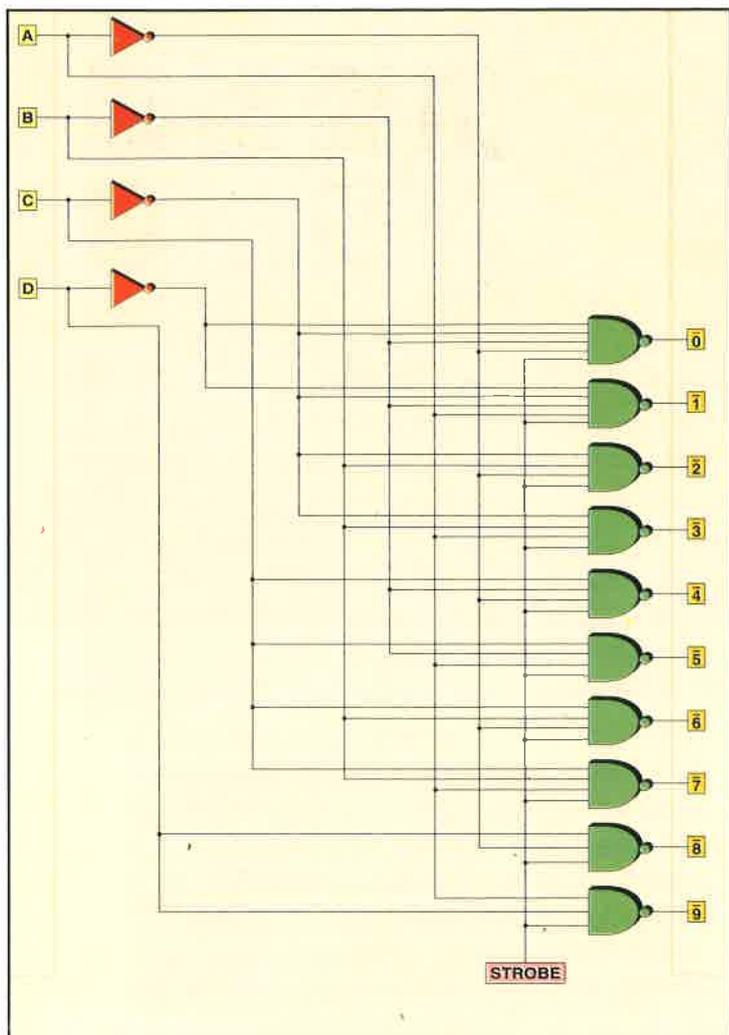
Il componente principale della scheda madre è il microprocessore 486

Il "timer" 8254 comprende tre sincronizzatori e un registro di controllo

I DECODIFICATORI

Nel capitolo precedente sono stati descritti i codificatori, che servono per trasformare una informazione dal formato normalmente utilizzato in una struttura codificata che possa essere compresa dal calcolatore. Di seguito viene esaminato il modo per eseguire la funzione opposta, utilizzando dei dispositivi chiamati decodificatori.

In un sistema digitale, come può essere il proprio personal computer, si possono trasmettere sia istruzioni che numeri tramite livelli binari o treni di impulsi. Se ad esempio i quattro bit di un messaggio vengono utilizzati per trasmettere dei comandi, si possono ottenere 16 diverse istruzioni; il risultato di questa operazione è stato in precedenza definito come *informazione codificata nel sistema binario*. Altre volte può essere necessario che un commutatore a più posizioni funzioni in accordo con questa informazione binaria, per cui ciascuno dei 16 codici deve eccitare una sola linea. Questa operazione di identificazione di un determinato codice viene definita *processo di decodifica*. Detto in altro modo, un decodificatore svolge la funzione opposta al codificatore; trasforma il codice binario a n bit presente in ingresso in un'uscita singola.
Si possono distinguere due tipi fondamentali di decodificatori: i *convertitori di codice* e i *commutatori*. I primi servono per trasformare una informazione rappresentata con un certo codice, nella stessa informazione definita però con un codice diverso. Un esempio tipico è costituito dai decoder BCD/7 segmenti, nei quali l'informazione di ingresso in codice BCD viene trasformata in un codice idoneo al pilotaggio di display a 7 segmenti. Il compito e il funzionamento del secondo tipo di decodificatori vengono descritti per

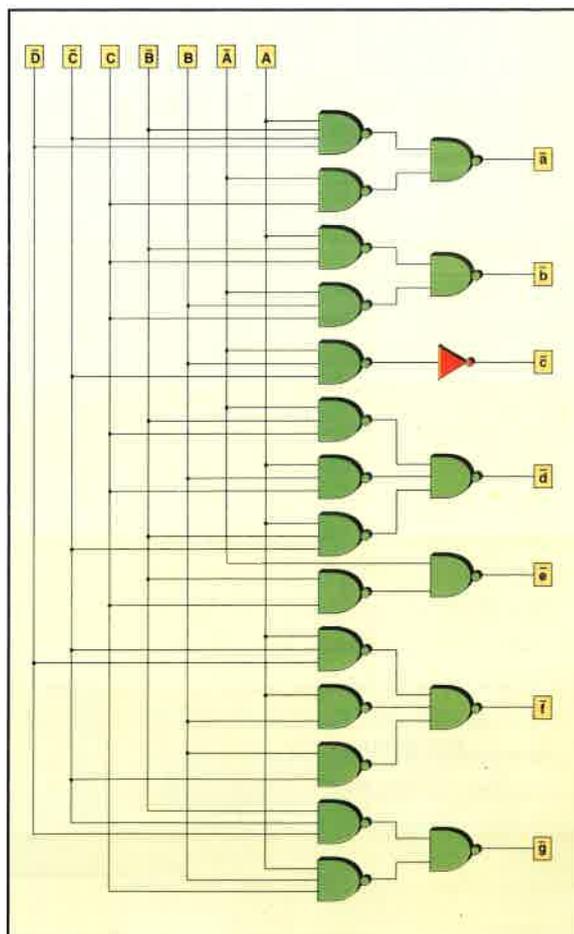
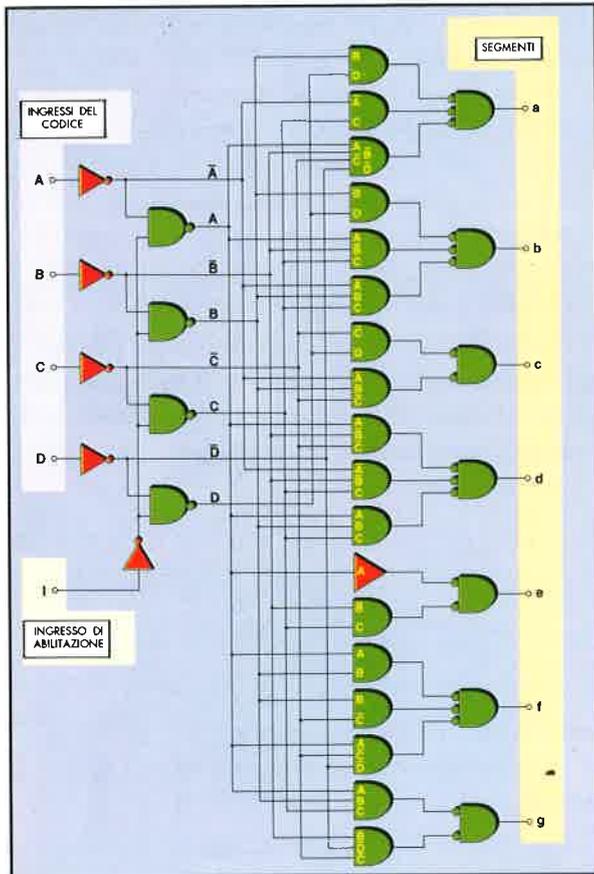
Decodificatore fondamentale a 2 ingressi e 4 uscite realizzato con quattro porte NAND

Esempio di decodificatore da BCD a decimale con ingresso di strobe o di abilitazione

mezzo degli esempi seguenti. In un decodificatore a due bit, a ciascuna delle quattro parole possibili che si possono formare dalla combinazione dei due ingressi corrisponde una delle quattro uscite. L'uscita Y0 si trova a livello logico 1 quando i bit di ingresso A e B sono a 0; di conseguenza l'espressione booleana che rappresenta questa situazione è Y0 = /A * /B. Lo stesso ragionamento può essere applicato alle altre uscite, per cui il circuito che ne risulta è quello riportato nella figura e realizzato tramite porte NAND.
Questa categoria di decodificatori comprende anche quelli per la trasformazione da BCD a decimale. Uno schema tipico di questi dispositivi è illustrato in figura. Per il funzionamento però, si fa riferimento ad una generico decodificatore BCD-decimale senza strobe, nel quale gli ingressi corrispondono alle linee A, B, C e D (codice BCD), e le diverse uscite (decimali) sono definite da funzioni AND del tipo:

0 = /D/C/B/A 1 = /D/C/BA 2 = /D/CB/A 3 = /D/CBA
4 = /DC/B/A 5 = /DC/BA 6 = /DCB/A 7 = /DCBA
8 = D/C/B/A 9 = D/C/BA.

La tabella della verità di questo decodificatore BCD-Decimale è la seguente:

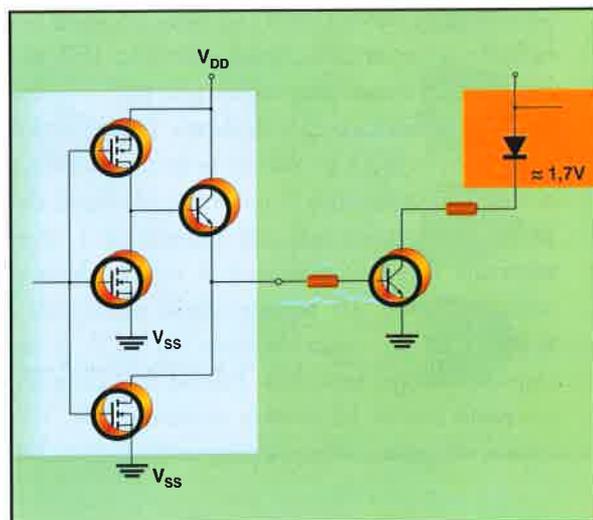
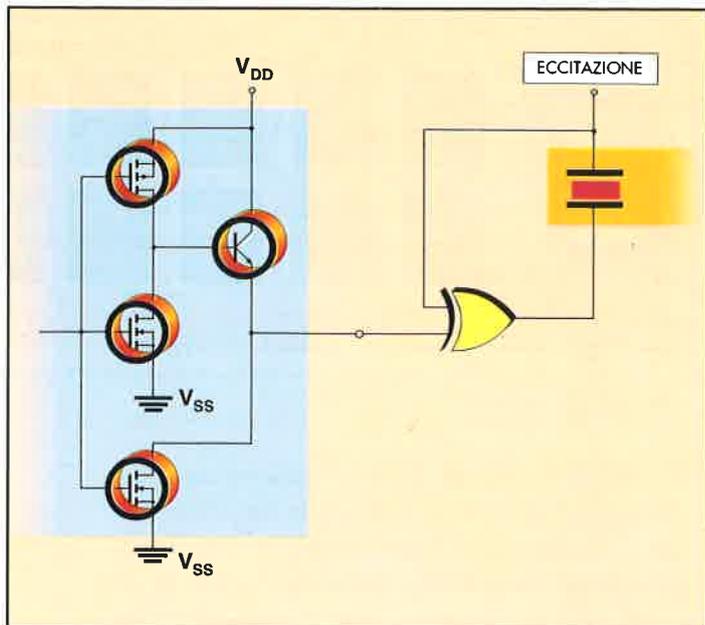
INGRESSI BCD				USCITE DECIMALI ATTIVE
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

Decodificatore commutatore a 4 ingressi e 7 uscite

Decodificatore da BCD a sette segmenti con ingresso di abilitazione incorporato

La rappresentazione visiva delle dieci cifre decimali si ottiene sfruttando un codice definito a sette segmenti

Si noti che la combinazione dei quattro bit di ingresso possono formare 16 combinazioni di uscita; nel decodificatore citato invece ne vengono utilizzate solo 10. Le altre sei combinazioni non provocano alcuna reazione sulle uscite, che rimangono perciò inattive. Gli ingressi complementari, /A, /B, /C e /D si possono ottenere tramite degli invertitori inseriti all'interno dell'integrato stesso. Generalmente per la loro costruzione si utilizzano delle porte NAND, per cui una uscita assume il valore 0 in corrispondenza del relativo codice in ingresso, mentre vale 1 se in ingresso è presente qualunque altra combinazione. Questo sistema digitale viene anche definito decodificatore 4 a 10, per indicare che un ingresso a 4 bit seleziona una delle 10 linee di uscita. In questo decodificatore le combinazioni di ingresso non utilizzate corrispondono agli stati 1010, 1011, 1100, 1110, 1101 e 1111, che vengono considerati come falsi dati di ingresso e portano tutte le uscite a livello 1, come detto in precedenza.

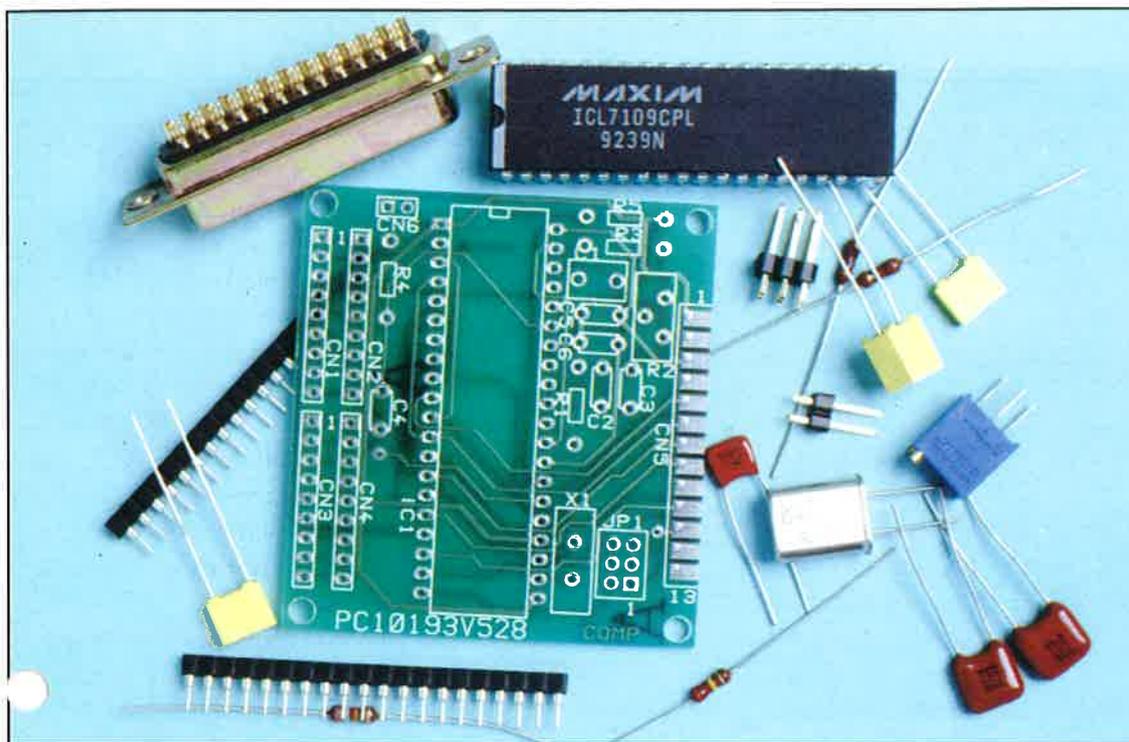
Si può quindi definire questo dispositivo come un decodificatore da BCD a decimale con rifiuto dai dati di ingresso falsi. É però possibile costruire un decodificatore da BCD a decimale che non rifiuti i falsi dati di ingresso; questo decodificatore minimizza il numero di ingressi delle porte NAND. In questo dispositivo, ad esempio, se sugli ingressi del decodificatore si applica la combinazione 1111 vengono attivate le uscite 7 e 9. Si può quindi dire che i dati di ingresso falsi vengono interpretati come condizioni aggiuntive. In molte applicazioni è richiesto che la decodifica avvenga esclusivamente durante intervalli di tempo predefiniti, in modo che i dati di ingresso che non compaiono durante questi intervalli vengano rifiutati. Questa condizione si ottiene aggiungendo un ingresso indicato con *strobe*, che se assume il valore logico 1 abilita il processo di decodifica, mentre se assume il valore 0 il processo viene inibito. Il modo in cui questo segnale viene appli-

Tipica applicazione di un decodificatore collegato ad un LED

I decodificatori sono normalmente collegati agli stadi di ingresso del dispositivo di visualizzazione, che può essere costituito da un display a cristalli liquidi

cato varia in funzione del fatto che il decodificatore rifiuti o meno i dati falsi. Un tipico circuito decodificatore con segnale di strobe è riportato nella figura corrispondente, nella quale l'inibizione della decodifica si ottiene tramite un ingresso aggiuntivo presente su ciascuna porta NAND. Quando questo ingresso è a 0 le uscite sono tutte a 1 e la decodifica è inibita.

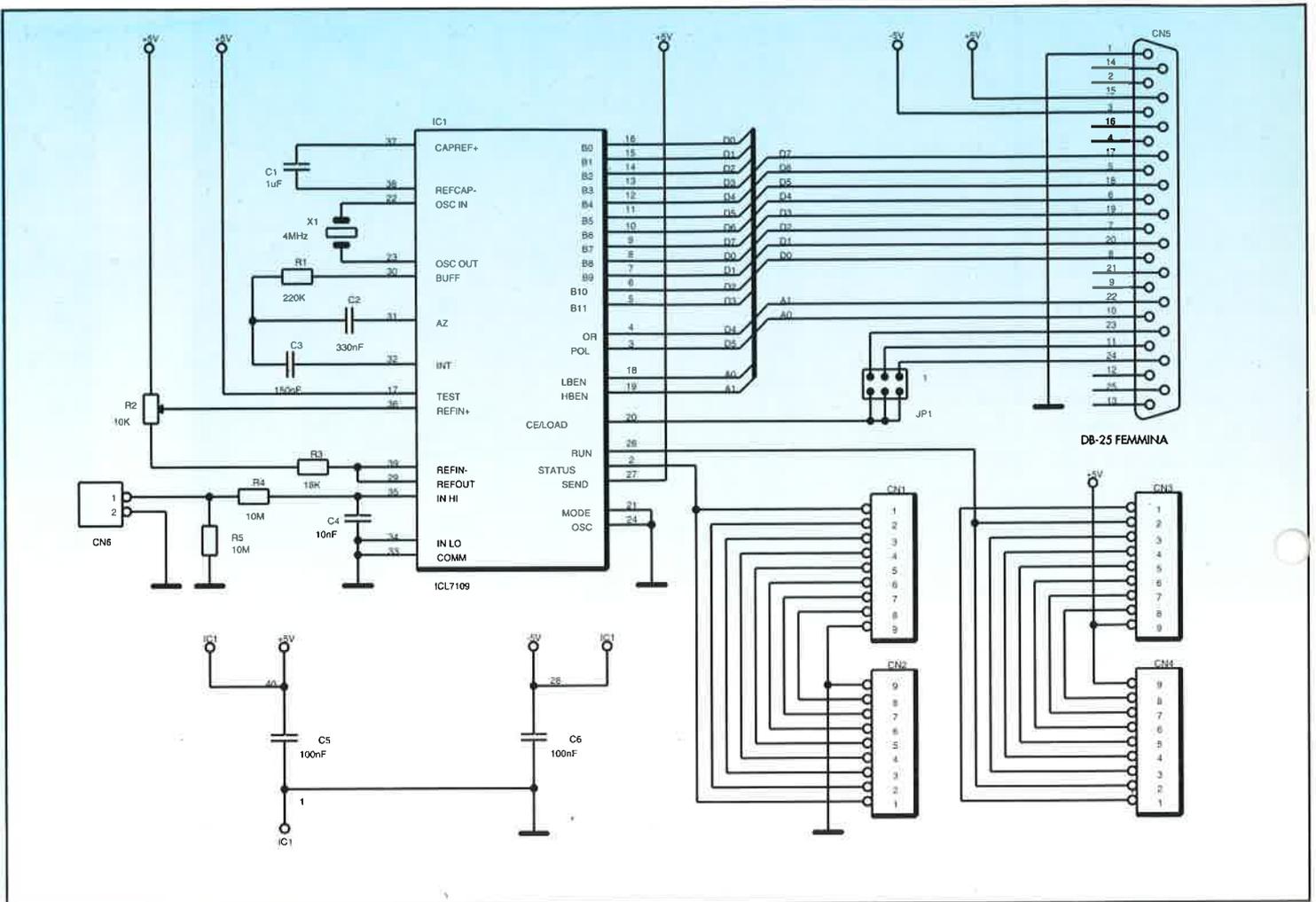
Tra i diversi tipi di decodificatori convertitori di codice si prende come esempio uno dei più utilizzati in elettronica digitale: il *decodificatore da BCD a sette segmenti*. Attualmente per la rappresentazione visiva di dati o numeri vengono utilizzati dei dispositivi costituiti da sette barre luminose indipendenti definite *sette segmenti*. Tecnologicamente questi segmenti possono essere costruiti con cristalli liquidi, con diodi LED, ecc.; per pilotare questi dispositivi sono stati sviluppati dei decodificatori che ricevono l'informazione codificata in BCD, proveniente da un calcolatore o da un apparecchio di misura, e abilitano delle uscite già predisposte per alimentare i diversi segmenti che compongono il valore decimale corrispondente. Di seguito viene esaminata la struttura di un decodificatore da BCD a sette segmenti molto semplice. Poiché il codice BCD consente sino a 16 diverse combinazioni, 10 di queste vengono utilizzate per i valori decimali e 5 per i segni speciali; la combinazione rimanente viene utilizzata per spegnere tutti i segmenti. In questo dispositivo è presente un ulteriore ingresso, oltre a quelli dei quattro bit relativi al codice, che viene utilizzato per attivare l'uscita del decodificatore nel momento opportuno, per cui permette il controllo del trasferimento dei dati presenti in ingresso al visualizzatore. Pertanto, il decodificatore in questione rappresenta un sistema combinatorio a 5 ingressi e 7 uscite. Di seguito è riportata la tabella della verità corrispondente, riferita esclusivamente ai valori decimali, nella quale l'ingresso di inibizione o strobe viene considerato sempre a 1:

INGRESSI				USCITE							
A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	N.
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	2
1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	3
0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	4
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	7
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

Con riferimento a questa tabella si possono ricavare tutte le espressioni booleane necessarie per la realizzazione di ciascuna delle uscite del codice a sette segmenti. L'ingresso di strobe può essere applicato con diversi metodi e in differenti stadi, in funzione delle particolari esigenze richieste dalla costruzione fisica del circuito integrato. Si deve tener presente che ogni sistema di visualizzazione utilizzato per rappresentare l'informazione richiede un diverso tipo di decodificatore: a sette segmenti, a matrice di punti, per stampanti, ecc. I circuiti combinatori di decodifica vengono progettati, in funzione della loro complessità, utilizzando come base una memoria ROM, che sarà argomento di uno dei prossimi capitoli.

VOLTMETRO CONTROLLATO DAL PC

Quando bisogna eseguire riparazioni di apparecchiature elettroniche, di piccoli elettrodomestici, o di qualche realizzazione personale, potrebbe diventare molto comodo avere a disposizione uno strumento di misura che sia insieme preciso e di facile utilizzo.

Come è ormai noto alla maggior parte degli hobbisti elettronici, uno degli strumenti più utilizzati per eseguire delle misure è senza dubbio il *voltmetro*. Sia i professionisti dell'elettronica, che coloro che operano in campi correlati (ad esempio i radioamatori, i riparatori, gli appassionati di informatica o robotica, ecc.), hanno iniziato la loro attività eseguendo misure elettroniche con un semplice voltmetro, nella maggior parte dei casi di tipo analogico. Se è certamente vero che i veterani potrebbero essere ancora affascinati dai vecchi voltmetri (non tanto dai pachidermici modelli a valvole, ma dai più pratici modelli tipo ICE), è anche assodato che attualmente almeno un paio

Uno degli strumenti più utilizzati per eseguire delle misure è senza dubbio il voltmetro

Schema elettrico del circuito di interfaccia per voltmetro

di generazioni si sono avvicinate al mondo elettronico utilizzando i moderni voltmetri digitali.
Coloro che hanno lavorato con i primi modelli di voltmetri si sono riconvertiti alle nuove tecnologie con un po' di nostalgia. Forse questa è una delle ragioni per cui si è deciso di approfondire il discorso delle misure digitali, pensando di arrivare a collegare una scheda utilizzata come interfaccia al PC per poter convertire il sistema in uno strumento di misura di grande precisione.
Non vi è dubbio che qualsiasi apparecchiatura portatile rappresenti un sistema di misura molto più pratico (data la scomodità di trasportare e lavorare con un PC), ma non si può negare che gli interessanti aspetti che presenta il circuito potrebbero affascinare qualsiasi tecnico, data la possibilità di contare su di uno strumento con le caratteristiche peculiari della realizzazione proposta, e l'interessante rappresentazione visiva che si può ottenere se si ha a disposizione una scheda grafica di buona qualità (almeno una VGA).

La parte fondamentale del dispositivo è basato su di un unico circuito integrato, l'ICL7109

Il circuito

Per prima cosa bisogna osservare con cura lo schema elettrico del dispositivo riportato nella figura corrispondente. Come si può notare, l'elemento principale del circuito è costituito dall'integrato ICL7109 della Maxim, mentre gli altri componenti servono da supporto a questo.
Il 7109 è un convertitore A/D monolitico a 12 bit, progettato per poter essere facilmente e semplicemente collegato a microprocessori e ad UART. La lettura prelevata in forma analogica viene convertita da questo integrato in un valore digitale

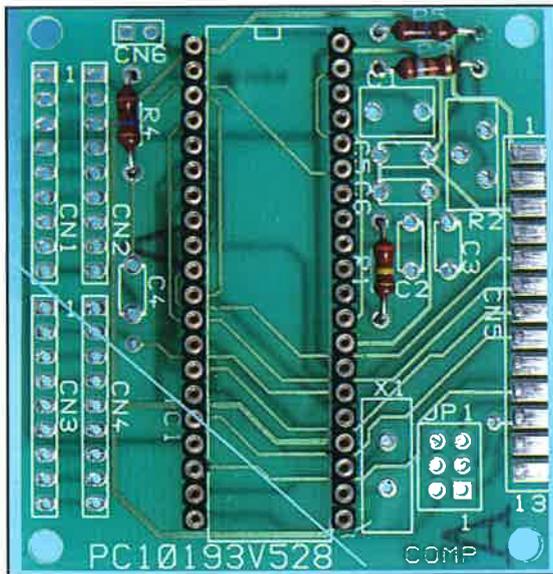
codificato a 12 bit. Il circuito dell'integrato prevede inoltre un'altra coppia di bit in uscita che permettono di ottenere informazioni relative all'eventuale overflow dell'intervallo di misura consentito e alla polarità della tensione rilevata.
I 14 bit presenti sulle uscite del 7109 possono essere collegati direttamente al bus di un microprocessore. Quando un circuito viene collegato con questo schema, viene gestito direttamente dal micro attraverso alcuni terminali appositamente dedicati: in pratica, devono essere controllati gli ingressi "CE/LOAD" (terminale 20) e i due ingressi di abilitazione dei byte "RUN" e "STATUS" (terminali 26 e 2 rispettivamente).
Nell'ipotetico caso in cui sia necessario pilotare l'integrato in modo remoto, la facilità di gestione e la semplicità del protocollo seriale implementate nello stesso ne semplificano l'uso. Grazie a questa sua caratteristica il 7109 è in grado di comunicare con qualsiasi tipo di UART standard. Uno dei principali vantaggi che presenta questo integrato è costituito dalla precisione che può fornire, per non parlare del basso indice di errore che lo caratterizza. Altri vantaggi del circuito sono:

- soppressione degli effetti di isteresi e di *crosstalk*,
- ottimizzazione della gestione del bus,
- uscite predisposte per la condizione tristate,
- gestione del protocollo UART per la comunicazione seriale,
- possibilità di arrivare fino a 30 conversioni al secondo,
- ottima protezione contro le cariche statiche,
- utilizzazione della tecnologia CMOS a basso assorbimento.

L'integrato ICL7109 della Maxim è il vero cuore del dispositivo

Come si può osservare nello schema, il collegamento di ingresso al circuito avviene tramite il connettore CN6, la cui impedenza è preregolabile per mezzo del gruppo di resistenze formato da R4 e R5 (da 10 MΩ). La resistenza R5, sfruttando la capacità di autoriferimento dell'integrato, consente di eseguire la regolazione fine del misuratore; questa operazione verrà descritta in dettaglio successivamente.
Un elemento importante da tener presente è il ponte di configurazione JP1. Tramite questo ponte si può eseguire una selezione simile a quella prevista per la scheda di I/O (scheda che comunque è necessaria per il funzionamento di questo dispositivo): inserendo il ponte o jumper in una delle tre possibili posizioni si modifica l'indirizzo di funzionamento della scheda. Come detto, per gestire il

Questi cavi sono necessari per il collegamento del modulo

I 14 bit disponibili sulle uscite del 7109 possono essere collegati direttamente al bus di un microprocessore

Il montaggio deve iniziare, come sempre, con l'inserimento delle resistenze e dei terminali torniti per lo zoccolo dell'integrato

voltmetro controllato dall'elaboratore è necessario utilizzare anche la scheda di I/O descritta in uno dei precedenti capitoli. Questa scheda è dotata di un ponticello di configurazione a tre posizioni, il cui compito è quello di indicare alla scheda di decodifica degli indirizzi, che viene collegata al bus del PC, a quale indirizzo si desidera farla lavorare.

Risulta ovvio che, per evitare conflitti, le due schede devono essere indirizzate in modo diverso; ciò significa che i loro ponticelli di configurazione non devono essere inseriti nella medesima posizione.

Un altro elemento importante di questa realizzazione è costituito dal gruppo di connettori indicati nello schema con CN1, CN2, CN3 e CN4. Il compito di questi connettori, che verranno esaminati più attentamente in seguito, non è solo quello di consentire il collegamento della scheda di interfaccia del voltmetro alla scheda di I/O, ma anche quello di permettere l'ampliamento di questa realizzazione grazie ad una scheda aggiuntiva che serve per commutare e selezionare le scale di misura del voltmetro, e per configurarlo e convertirlo in un amperometro molto flessibile.

Le due schede utilizzate in questa realizzazione devono lavorare ad indirizzi diversi; ciò significa che i loro ponticelli di configurazione non devono avere la stessa posizione

Un'ultima precisazione relativa al circuito è riferita all'apparente anormalità che presenta il collegamento della linea del bus dati (D0-D7) a due diversi gruppi di terminali (da B0 a B7 e da B8 a POL). Questa situazione si spiega con la capacità già citata dell'integrato 7109 di portare le sue uscite in modalità tristate. Intuitivamente potrebbe sembrare illogico il fatto che due livelli logici diversi si incontrino nel medesimo nodo nello stesso istante. Chiunque potrebbe facilmente riconoscere che questa situazione potrebbe rivelarsi dannosa per i circuiti coinvolti in questo collegamento.

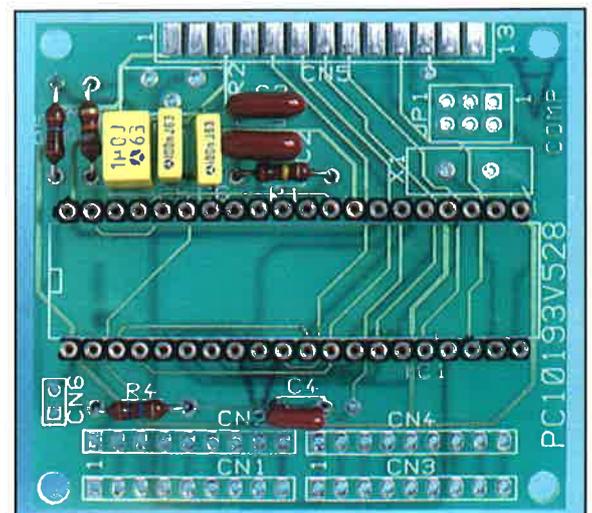
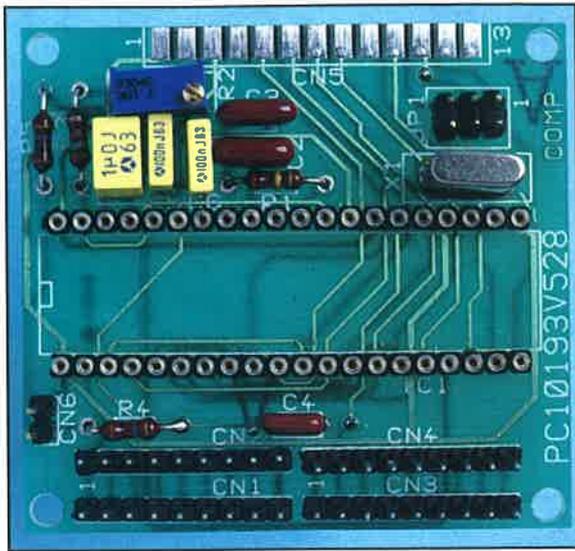
Ciò ovviamente non è vero, grazie alla possibilità di far assumere alle linee desiderate la condizione di *tristate*, o di alta impedenza, che agisce come un interruttore sulle stesse, scollegandole dal circuito.

La modalità tristate consente in qualche modo la condivisione del bus dati tra i due gruppi di terminali citati, che servono per effettuare delle letture in istanti diversi e predeterminati.

Per organizzare queste operazioni senza complicare troppo la vita ai progettisti, si è prevista una coppia di bit di controllo che, in funzione del loro stato, pilotano i due gruppi di uscite del circuito. Di conseguenza, il livello logico assunto dalle linee A0 e A1 condizionano lo stato dei due gruppi di uscite, che possono perciò portarsi:

- *entrambi nella condizione di alta impedenza (Hi-Z),*
- *uno in Hi-Z e l'altro con le uscite abilitate,*
- *il primo con le uscite abilitate e il secondo in Hi-Z,*
- *entrambi con le uscite abilitate.*

Ovviamente quest'ultima opzione è del tutto inopportuna, poiché provocherebbe l'incongruenza citata in precedenza. In qualsiasi caso, la gestione dei livelli logici dei bit è un problema che riguarda

Di seguito si possono montare i condensatori

Successivamente è possibile montare il quarzo, i terminali maschi e il potenziometro

il software di controllo, per cui verrà esaminato nei capitoli successivi.

Occorre segnalare ancora un ultimo dettaglio costruttivo, che senza dubbio è passato inosservato ai lettori meno attenti: l'alimentazione del circuito. Come si può osservare nello schema elettrico, le tensioni di alimentazione non sono quelle standard, corrispondenti al positivo e alla massa, ma sono necessari i valori in continua di + 5 V e - 5 V.

Il connettore DB-25 di uscita deve essere collegato alla scheda di decodifica degli indirizzi. Poiché è richiesto anche l'impiego della scheda di I/O, è necessario realizzare un cavo con prese multiple, costituite da connettori DB-25 maschi, che consenta il collegamento di entrambi i circuiti alla scheda di decodifica.

Per realizzare questo tipo particolare di cavo a più connettori è possibile utilizzare un cavo piatto a 25 fili sul quale devono essere crimpati un connettore DB-25 femmina e tre maschi, come illustrato nella figura corrispondente.

Il possibile collegamento della scheda per la commutazione delle scale di misura prevista per questo circuito non deve preoccupare, poiché non richiede l'impiego di questo cavo multiplo.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

I criteri da seguire per il montaggio di questo circuito non presentano particolari difficoltà, salvo l'osservanza delle solite precauzioni già indicate più volte, e che ora verranno ricordate a beneficio di tutti.

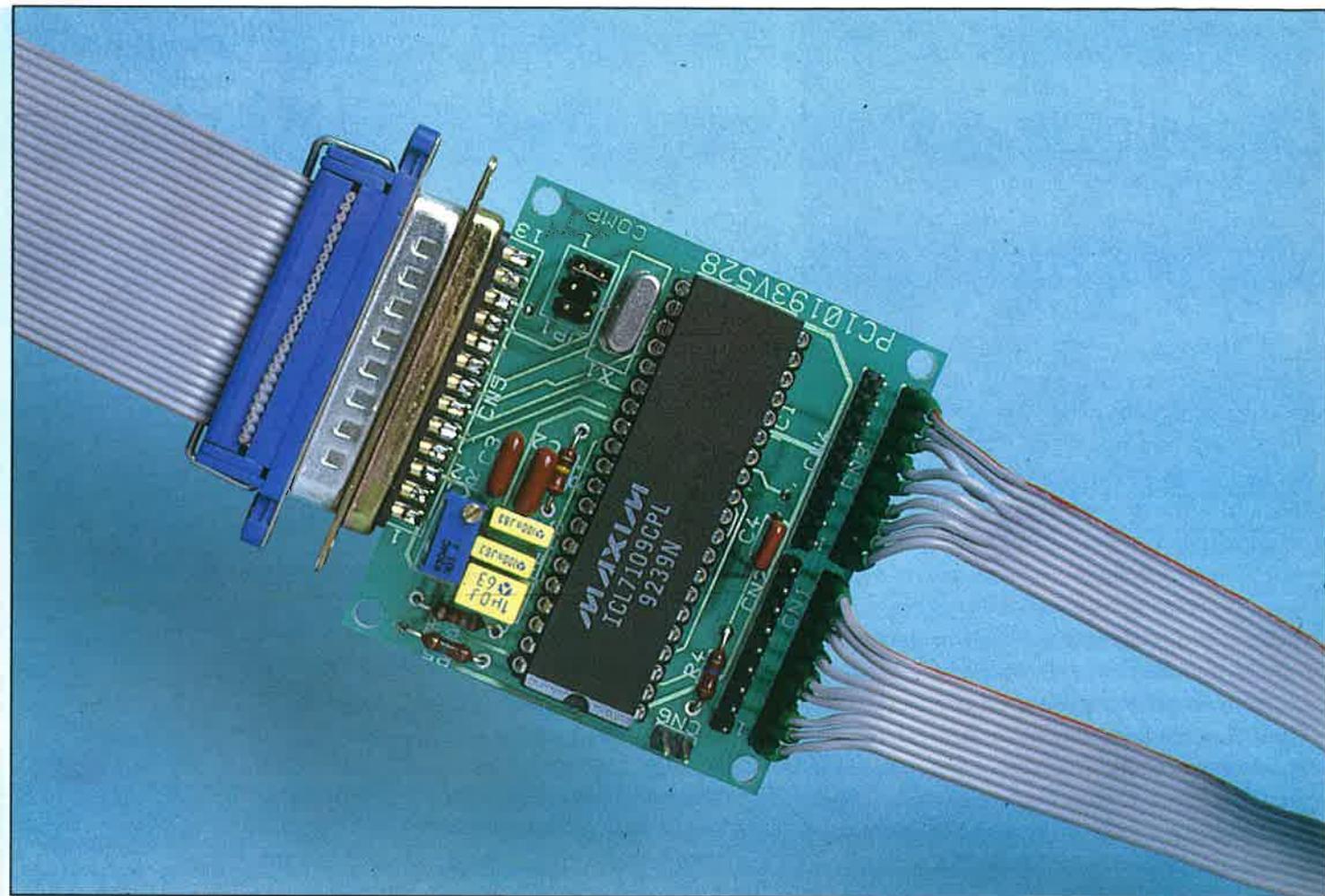
Poiché il circuito stampato viene già fornito con la rivista, il montaggio risulta decisamente semplificato. In qualsiasi caso, poiché la scheda non è dotata di fori metallizzati, le saldature devono essere eseguite nel modo opportuno sia dal lato saldature che dal lato componenti. La prima operazione consiste nel saldare tutti i fori passanti che collegano le piste presenti sulle due facce dello stampato, in modo da garantire il corretto collegamento elettrico dei contatti comuni a entrambi i lati (ATTENZIONE!!! solo i fori passanti e non le isole in cui vanno inseriti i componenti).

Questa operazione può apparire noiosa, ma oltre ad essere una garanzia per il corretto funzionamento del circuito, eviterà successivi grattacapi e noiosi controlli.

Poiché il componente più importante e più voluminoso presente sulla scheda di interfaccia del voltmetro è l'integrato ICL7109, lo si prende subito in esame.

Come detto in precedenza, la casa costruttrice (Maxim) ha dotato questo chip di una protezione contro eventuali scariche elettrostatiche. Tuttavia, per evitare qualsiasi problema, è opportuno che il suo montaggio venga eseguito per ultimo.

Il connettore DB-25 di uscita deve essere collegato alla scheda per la decodifica degli indirizzi

Per concludere bisogna saldare il connettore DB-25 e inserire l'integrato nello zoccolo

Alla scheda dovranno essere collegati i cavi costruiti in precedenza

Il connettore DB-25 deve avere i terminali a saldare

I primi componenti da montare sono le strisce di terminali torniti da 20 contatti che servono da zoccolo per questo integrato (il 7109 ha 40 terminali), eseguendo le saldature anche dal lato componenti su quelle isole che presentano delle piste su entrambe le facce.
Sono stati preferiti i terminali torniti agli zoccoli tradizionali per circuiti integrati proprio per il vantaggio che offrono quando si devono eseguire queste doppie saldature. Il passo successivo consiste nel montaggio dei componenti passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori. In questa categoria sono compresi tutti i componenti periferici che fanno riferimento al 7109, incluso il potenziometro di regolazione R2.
Al termine di questa operazione si può montare il connettore DB-25 femmina, che deve essere saldato sul bordo del circuito stampato come indicato nelle figure corrispondenti.
É importante utilizzare un DB-25 a saldare poiché la distanza tra le due file dei suoi terminali si adatta esattamente allo spessore dell'interfaccia, che deve essere incastrata tra di loro.
Tra i componenti bisogna segnalare la presenza di un condensatore da 1 µF di tipo non polarizzato; nel momento in cui lo si acquista è importante sottolineare questa caratteristica, poiché è regola generale per i commercianti del settore fornire condensatori di tipo elettrolitico quando viene richiesto un valore che supera qualche centinaio di nanofarad.
Sarebbe inoltre opportuno dotare il quarzo di uno zoccolo, oppure saldarlo ad una distanza di circa 2 mm dallo stampato. Questo accorgimento serve per evitare possibili cortocircuiti tra il contenitore del quarzo stesso e le piste che gli passano sotto.

Dopo aver montato tutti i componenti e le strisce di terminali maschi che devono essere utilizzate per il collegamento alla scheda di I/O e a quella di commutazione delle scale, che verrà descritta successivamente, si può inserire il circuito integrato nel corrispondente zoccolo.

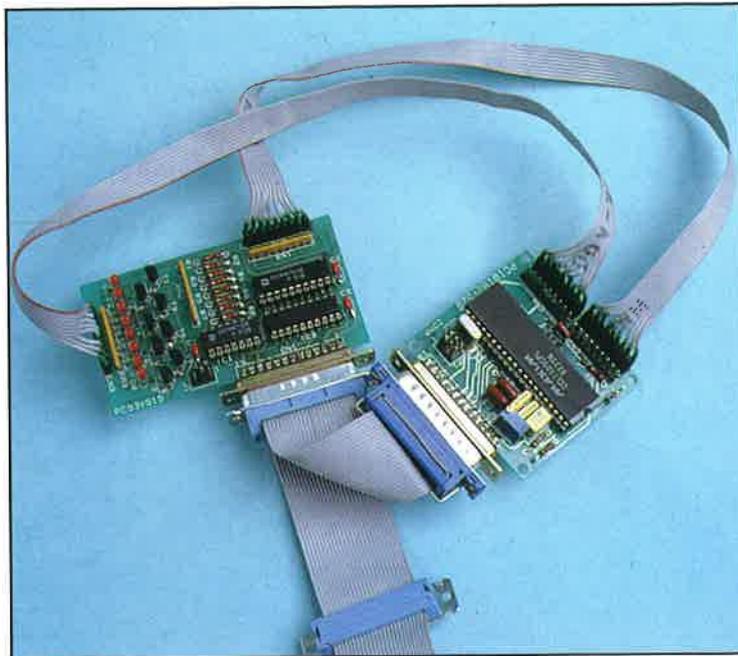
Non bisogna dimenticare che questo circuito ha un orientamento fisso, e che il suo inserimento errato comprometterebbe il corretto funzionamento dell'interfaccia.

Dopo aver terminato il montaggio di questa scheda, è necessario realizzare i cavi che servono per il collegamento della stessa con gli altri dispositivi necessari per il suo funzionamento. Per costruire questi cavi bisogna utilizzare circa 2 metri di cavo piatto a 9 fili e 4 strisce di connettori femmina a saldare, che devono essere assemblati nel modo descritto di seguito.

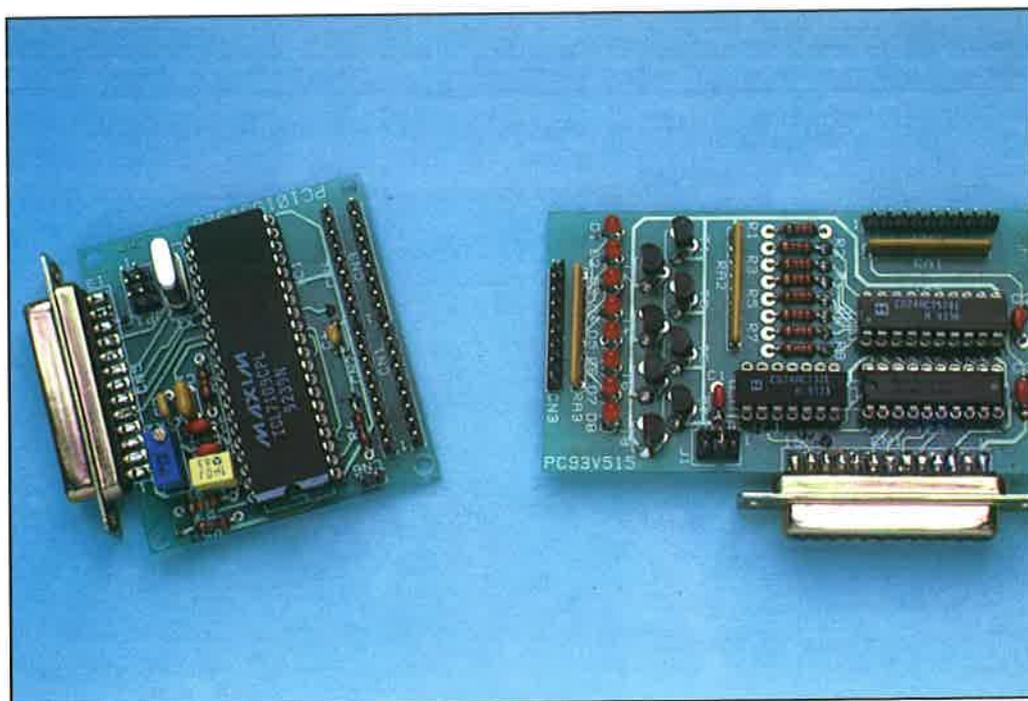
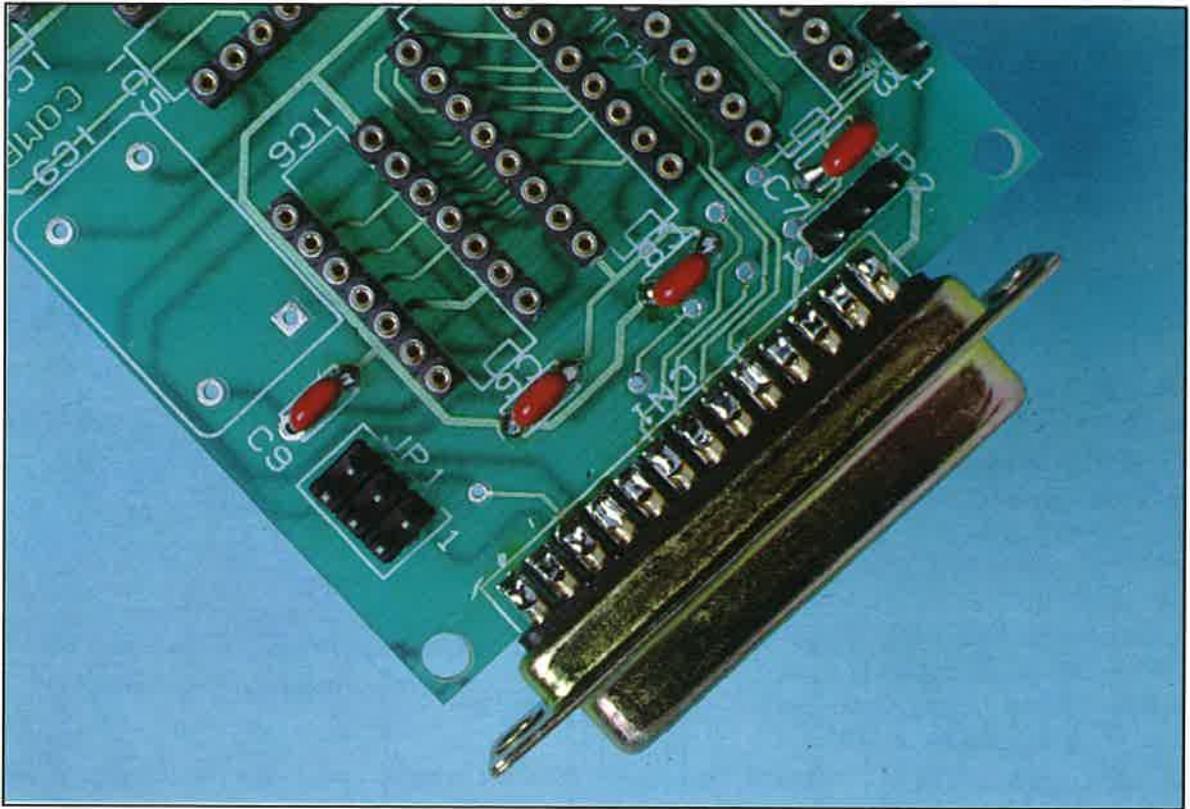
Per prima cosa bisogna tagliare il cavo piatto in due pezzi di eguale lunghezza (approssimativamente). Dopo aver separato, spelato e presaldato tutti i fili di questi cavi sulle due estremità, si possono saldare le strisce di terminali femmina verificando che non si formino dei cortocircuiti casuali.

Anche se non è obbligatorio, può essere molto utile utilizzare della guaina termorestringente per isolare le saldature, come mostrato nella corrispondente figura.

Al termine di questa operazione è opportuno verificare che non siano presenti saldature di bassa qualità, poiché potrebbero in seguito provocare dei comportamenti anomali e scorretti del dispositivo molto difficili da individuare.

L'ultima fase del montaggio consiste in un controllo visivo che permetta l'individuazione di eventuali errori che possono essere stati commessi durante

Dettaglio del collegamento tra le due schede eseguito con gli opportuni cavi

Per proteggere le saldature eseguite sui terminali femmina è possibile utilizzare della guaina termorestringente

Le due schede coinvolte nella realizzazione sono l'interfaccia del voltmetro e la scheda di I/O

Il ponticello JP1 consente di selezionare l'indirizzo al quale deve lavorare la scheda (che deve essere diverso da quello impostato sulla scheda di I/O)

Elenco componenti	**Condensatori**	**Semiconduttori**	**Varie**	
	C1 = 1 µF, non	IC1 = ICL7109	X1 = quarzo da 4 MHz	1 DB-25 femmina a crimpare per il cavo (opzionale)
Resistenze	polarizzato		CN1-CN4 = 4x9 terminali maschi	3 DB-25 maschi a crimpare per il cavo (opzionali)
R1 = 220 kΩ	C2 = 330 nF		CN5 = DB-25 femmina a saldare	1,5 metri di cavo piatto a 25 poli (opzionale)
R2 = 10 kΩ, pot. multigiri	C3 = 150 nF		CN6 = 2 terminali maschi	36 terminali femmina a saldare per i cavi (opzionali)
R3 = 18 kΩ	C4 = 10 nF		JP1 = 3x2 terminali maschi	2 metri di cavo piatto a 9 poli (opzionale)
R4, R5 = 10 MΩ	C5, C6 = 100 nF		40 terminali torniti per zoccolo	guaina termorestringente per i cavi (opzionale)

la sua realizzazione. In particolare, bisogna verificare l'eventuale presenza di cortocircuiti tra le piste, di saldature fredde (facilmente riconoscibili per il loro colore decisamente più opaco), di eventuali componenti invertiti (in questo dispositivo l'unica possibilità di inversione riguarda l'errata inserzione del 7109), e infine la corretta saldatura dei fori passanti.

Il connettore DB-25 con i terminali a saldare deve essere incastrato sul bordo della scheda di interfaccia